

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2527551号

(45) 発行日 平成 8 年 (1996) 8 月 28 日

(24) 登録日 平成 8 年 (1996) 6 月 14 日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 L 1/22

G 0 1 L 1/22

F

発明の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願昭62-31595
(22) 出願日 昭和62年(1987) 2 月 16 日
(65) 公開番号 特開昭63-200029
(43) 公開日 昭和63年(1988) 8 月 18 日

(73) 特許権者 999999999
株式会社 共和電業
調布市調布ヶ丘 3 丁目 5 番地 1
(72) 発明者 東藤 善三郎
調布市調布ヶ丘 3 丁目 5 番地 1 株式会
社共和電業内
(72) 発明者 関根 守
調布市調布ヶ丘 3 丁目 5 番地 1 株式会
社共和電業内
(72) 発明者 武藤 紘
調布市調布ヶ丘 3 丁目 5 番地 1 株式会
社共和電業内
(74) 代理人 弁理士 真田 修治

審査官 福田 裕司

(56) 参考文献 実開 昭57-182136 (J P , U)
実公 昭49-4940 (J P , Y 1)

(54) 【発明の名称】 薄形ロードセル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 外形が厚肉円板状を呈し中心部に円形孔が穿設され荷重が印加されると弾性変形する起歪体の起歪部にひずみゲージが添着され、このひずみゲージにより印加荷重を電気信号に変換して検出する薄形ロードセルにおいて、前記円形孔と前記起歪体の外周との間に、前記起歪体の一面側より他面側に向けて一定幅の環状の凹溝を形成すると共に前記起歪体の他面側より所定の深さに達する環状の凹溝を形成することによって、前記起歪体の前記円形孔と前記両溝との間に荷重印加部を、前記両溝と前記起歪体の外周との間に固定基部を、前記一面側の溝の底面と前記他面側の溝の底面との間に薄肉の起歪部をそれぞれ設け、前記起歪部の他面側の前記荷重印加部寄り部位および前記固定基部寄り部位にそれぞれひずみゲージを添着してなり、前記ひずみゲージが添着さ

れた前記荷重印加部寄り部位の前記起歪部の荷重印加方向の厚みを、前記ひずみゲージが添着された前記固定基部寄り部位の前記起歪部の荷重印加方向の厚みより大きく形成して、前記ひずみゲージのそれぞれの添着部位における前記起歪部の断面部の断面係数が略等しくなるように構成したことを特徴とする薄形ロードセル。

【請求項 2】 外形が厚肉円板状を呈し中心部に円形孔が穿設され荷重が印加されると弾性変形する起歪体の起歪部にひずみゲージが添着され、このひずみゲージにより印加荷重を電気信号に変換して検出する薄形ロードセルにおいて、前記円形孔と前記起歪体の外周との間に、前記起歪体の一面側より他面側に向けて一定幅の環状の凹溝を形成すると共に前記起歪体の他面側より所定の深さに達する環状の凹溝を形成することによって、前記起歪体の前記円形孔と前記両溝との間に荷重印加部を、前記

両溝と前記起歪体の外周との間に固定基部を、前記一面側の溝の底面と前記他面側の溝の底面との間に薄肉の起歪部をそれぞれ設け、前記起歪部の他面側の前記荷重印加部寄り部位および前記固定基部寄り部位にそれぞれひずみゲージを添着してなり、前記一面側の凹溝の溝幅を、前記他面側の凹溝の溝幅より狭く形成し且つ前記一面側の凹溝の中心を、前記他面側の凹溝の中心より外方側に偏位させることによって、前記ひずみゲージのそれぞれの添着部位における前記起歪部の断面部の断面係数が略等しくなるように構成したことを特徴とする薄形ロードセル。

【請求項 3】外形が厚肉円板状を呈し中心部に円形孔が穿設され荷重が印加されると弾性変形する起歪体の起歪部にひずみゲージが添着され、このひずみゲージにより印加荷重を電気信号に変換して検出する薄形ロードセルにおいて、前記円形孔と前記起歪体の外周との間に、前記起歪体の一面側より他面側に向けて一定幅の環状の凹溝を形成すると共に前記起歪体の他面側より所定の深さに達する環状の凹溝を形成することによって、前記起歪体の前記円形孔と前記両溝との間に荷重印加部を、前記両溝と前記起歪体の外周との間に固定基部を、前記一面側の溝の底面と前記他面側の溝の底面との間に薄肉の起歪部をそれぞれ設け、前記起歪部の他面側の前記荷重印加部寄り部位および前記固定基部寄り部位にそれぞれひずみゲージを添着してなり、前記一面側の凹溝と前記他面側の凹溝の中心を一致させると共に前記一面側の凹溝の溝幅を前記他面側の凹溝の溝幅より狭くし且つ前記一面側の凹溝の内周側アール部の曲率半径を、外周側アール部の曲率半径より大きく形成することによって、前記ひずみゲージのそれぞれの添着部位における前記起歪部の断面部の断面係数を略等しくなるように構成したことを特徴とする薄形ロードセル。

【請求項 4】外形が厚肉円板状を呈し中心部に円形孔が穿設され荷重が印加されると弾性変形する起歪体の起歪部にひずみゲージが添着され、このひずみゲージにより印加荷重を電気信号に変換して検出する薄形ロードセルにおいて、前記円形孔と前記起歪体の外周との間に、前記起歪体の一面側より他面側に向けて一定幅の環状の凹溝を形成すると共に前記起歪体の他面側より一面側に向けて前記一面側の凹溝の溝幅よりも広く且つ所定の深さに達する環状の凹溝を前記一面側の凹溝の中心と一致させて形成することによって、前記起歪体の前記円形孔と前記両溝との間に荷重印加部を、前記両溝と前記起歪体の外周との間に固定基部を、前記一面側の溝の底面と前記他面側の溝の底面との間に薄肉の起歪部をそれぞれ設け、前記起歪部の他面側の前記荷重印加部寄り部位および前記固定基部寄り部位であって前記起歪部の断面部の断面係数が略等しい部位にそれぞれひずみゲージを添着してなることを特徴とする薄形ロードセル。

【発明の詳細な説明】

(a) 技術分野

本発明は、薄形ロードセルに関し、より詳しくは、外形が厚肉円板状を呈し中心部に円形孔が穿設され荷重が印加されると弾性変形する起歪体の起歪部にひずみゲージが添着され、このひずみゲージにより印加荷重を電気信号に変換して検出する薄形ロードセルに関するものである。

(b) 従来技術

この種のロードセルは、円筒状の起歪部を有するものと、円板状の起歪部を有するものとに二分される。

このうちの円筒状の起歪部を有するものは、第 7 図に示すように、縦断面が略「」字状に形成された円筒状の荷重印加部 1 を有し、この荷重印加部 1 の中央に円筒状の起歪部 2 が形成され、この起歪部 2 の外周面の略中央に圧縮ひずみ（または引張ひずみ、以下同じ）検出用のひずみゲージ 3 が接着されている。このようなロードセルの外周部の上下部には、環状のフランジ部 4、5 が延設され、その先端にはシール板 6 が取付けられている。

このような構成よりなるロードセルは、使用に際して不動部材 7 上に荷重印加部 1 とは反対側の底面が載置固定され、荷重印加部 1 の上面側が図示省略の被測定対象物に当接または固定される。被測定対象物から荷重印加部 1 の上面に荷重が印加されると、起歪部 2 には荷重印加方向に圧縮ひずみが、荷重印加方向とは直交する方向に引張ひずみが生じる。このときの圧縮ひずみおよび引張ひずみは、それぞれひずみゲージ 3 によって検出される。

このように構成された円筒状のロードセルは、起歪部 2 の高さを低くして薄形とすると、円筒状起歪部 2 における応力分布が不均一となり、そこに添着されたひずみゲージ 3 によって印加荷重に正確に対応した電気信号を得ることができないという欠点があるほか、印加荷重の当り面の状態によって検出力が大きく変動してしまうという欠点がある。

このような欠点を解消するために工夫されたものとして、例えば第 8 図に示すような円板状起歪部を有するロードセルがある。

即ち、厚肉円板状の荷重印加部 11 の外周部の中間部から薄肉円板状の起歪部 12 が延設され、その外周端は、厚肉円板状の固定基部 13 の内周端に一体に接続されている。このような起歪部 12 の内面の荷重印加部 11 寄り部位と固定基部 13 寄り部位のそれぞれには曲げひずみ検出用のひずみゲージ 14 と 15 が接着されている。このひずみゲージ 14、15 へ外気の侵入を防止するために上記固定基部 13 の下端部には内方に延びる円板状シール板 16 が取付けられ、このシール板 16 の内方端は、非常に弱い弾力を有するベローズ状のシール部材 17 を介して荷重印加部 11 の下端に連結されている。

このようなロードセルにおいて、固定基部 13 の下面を不動部材 7 上に載置固定し、荷重印加部 11 の上面から矢

印方向の荷重を印加すると、起歪部12に曲げひずみが生じ、ひずみゲージ14, 15のそれぞれに異なる方向の抵抗値変化が生じる。この抵抗値変化を適宜のホイートストンブリッジ回路で検出することによって印加荷重の値を検出するように構成されている。

しかしながら、このようなロードセルにおいては、起歪部12の曲げひずみを検出する形式であるので小さな荷重で大きな出力が得られるものの、大荷重には耐えられず、大荷重用、即ち高容量用とするためには起歪部12の厚みを大きくせざるを得ない。起歪部12の板厚を厚くすると、荷重印加部11と起歪部12の境界部分と、起歪部12と固定基部13の境界部分に大きな応力集中が生じ、それ程大きくない荷重によって弾性限界を超えたり比較的短時間のうちに疲労破壊を生じる等の事故を引き起す虞れがある。このためこの形式のロードセルは、実際に印加される荷重の値を低めに設定せざるを得ず、従って高容量用には不向きなロードセルであると考えられていた。

そこで、本発明者等は、上述の問題に対処すべく、第9図および第10図に示されるような薄形ロードセルに係る考案（以下「先願考案」という）を先に提案した（実願昭61-158187号）。

即ち、第9図は、上記先願考案の一実施例である薄形ロードセルの縦断面図、第10図は、第9図のX-X線矢視方向断面図である。

同図において、21は荷重を受けると弾性変形する材料、例えばニッケルクロム鋼、ニッケルクロムモリブデン鋼、アンパ（商品名）、ベリリウム銅合金、アルミニウム合金等をもってほぼ厚肉円板状に形成された起歪体である。この起歪体21は、中心部に円形孔22が穿設されている。この円形孔22と起歪体21の外周とのほぼ中間部に起歪体21の一面側（第9図においては上面側）より所定の深さ（実施例の場合、起歪体21の板厚の約1/3の深さ）に達する一定幅 W_1 の環状（円形孔22と同心円）の溝23が形成されている。一方、起歪体21の他面側（第9図においては下面側）にも、その他面側より所定の深さに達する前記一面側の溝23よりも広い幅 W_2 の環状の溝24が形成されている。このような2つの環状の溝23, 24を形成することによって、起歪体21の円形孔22と溝23, 24との間に、厚み方向に厚肉とされた剛性大なる荷重印加部25が形成され、また溝23, 24と起歪体21の外周との間に、同様に厚み方向に厚肉とされた剛性大なる固定基部26が形成され、さらに溝23の底面と溝24の底面との間には定格容量に応じた所定の厚みを有する薄肉の起歪部27が形成される。

このことを言い換えれば、荷重印加部25の他面側（第9図における下面側）の外径 D_1 、一面側の外形 D_2 、固定基部26の一面側の内径 D_3 、および固定基部2の他面側の内径 D_4 の4つの直径の間には $D_1 < D_2 < D_3 < D_4$ なる関係がある。

荷重印加部25の一面（上面）は、荷重印加時の変位を

考慮して固定基部26の一面（上面）よりも幾分突出させてあり、反対に荷重印加部25の他面は固定基部26の他面よりも引込ませている。

他面側の溝24の底部、即ち起歪部27の他面上には、大きな曲げ応力の生じる荷重印加部25寄りの部位と、固定基部26寄りの部位に、4対、即ち第10図に示すように、90° 間隔で4対のひずみゲージSG1～SG8が接着、蒸着、スパッタリングその他の手段により添着されている。このひずみゲージSG1～SG8が添着されている他面側の溝24の開口端近傍には、ひずみゲージSG1～SG8の吸湿による絶縁抵抗の低下や酸化による劣化を防止するため、剛性の低い円板状のシール板28が嵌挿固定されている。

次に、このような構成よりなる先願考案の作用につき説明する。

まず、固定基部26の底面を例えば被測定対象物の不動部材上に載置固定し、荷重印加部25の上面を例えば被測定対象物の下部に当接または取付け固定する。

荷重印加部25の上面（一面）側から下面（他面）側に向う方向に荷重が印加されると、荷重印加部25が下方に変位し、これに伴って起歪部27に曲げひずみが生じる。

このときの起歪部27のひずみゲージ添着面側（溝24の底部）の半径方向ひずみ分布は、起歪部27の荷重印加部25寄りの部位において大きな引張りひずみが生じ、固定基部26寄りの部位において大きな圧縮ひずみが生じ、起歪部27のほぼ中央部には曲げひずみが生じない。従って起歪部27の荷重印加部25寄りの部位に添着されているひずみゲージSG1, SG3, SG5, SG7の抵抗値は増大し、一方起歪部27の固定基部26寄りの部位に添着されたひずみゲージSG2, SG4, SG6, SG8の抵抗値は減少する。そして、第9図に示すように、溝幅 W_1 を溝幅 W_2 よりも幅狭とすることによって、溝幅 W_1 を溝幅 W_2 と同じくしたものに比べ、ひずみ感度を低下させずに最大ひずみおよび最大応力を大幅に低下させることができるのである。

これは、荷重を受ける面（上面）側の溝23の溝幅 W_1 を幅狭とし、荷重を受ける面とは反対面（下面）側の溝24の溝幅 W_2 を幅広としたことによって応力の分散が図られたためと考えられる。また、溝23の底部において、起歪部27と荷重印加部25および固定基部26間が、比較的大きな半径 R_1 よりなる円弧面でそれぞれ連ねられていることも、応力の集中を感じることに寄与している。

つまり、先願考案に係る薄形ロードセルは、構成が簡単で製作が容易であり、ひずみ検出感度を低下させることなく応力集中による最大ひずみを大幅に低減化でき、低容量から高容量に至るものが容易に製作でき、またひずみゲージを多数起歪部27に添着せずとも、荷重印加部25に偏って印加される荷重をひずみゲージにより該荷重に対応する電気信号に変換して検出することができる。

しかしながら、このように構成され且つ動作する先願考案に係る薄形ロードセルは、荷重印加部25および固定基部26の剛性が充分高いか、荷重印加部25および固定基

部26が堅固に不動部材に固定されている場合には、起歪部27には、第11図に示す変形による曲げ応力のみが生じ、上述したようにひずみゲージSG1～SG8によってその曲げ応力に対応したひずみ出力を得ることができるが、荷重印加部25および固定基部26の剛性を十分高くできない場合には、荷重Wが印加されたとき、第12図に示すように荷重印加部25および固定基部26が変形して起歪部27を反らせるモーメントによる変形が生じ、その曲げモーメントによる誤差が荷重検出力に混入（付加）されるという問題が生じる。

即ち、薄形ロードセルという形状上の制限により荷重印加部25および固定基部26の剛性を十分大きくとることができない場合があり、そのような場合には、荷重Wが印加されると、第12図に示す如く起歪部27の荷重印加部25側に時計回り方向の曲げモーメントMが生じ、起歪部27の固定基部26側に反時計回り方向の曲げモーメントM'が付加された状態で起歪部27に曲げ応力が生じる。

このときの曲げモーメントMおよびM'に基づく成分のひずみは、第13図において破線で示すひずみ分布曲線から分るように、 ε_3 および ε_4 になる。しかし ε_3 および ε_4 は、曲げモーメントM、M'が荷重印加部25および固定基部27とそれぞれ接する面の摩擦状態により左右されるため、負荷荷重に比例したものとはならない。

また、このとき、第13図において実線で示すひずみ分布曲線から分るように、ひずみゲージSG1、SG3、SG5、SG7が添着された荷重印加部25寄り（内側）部位に生ずる印加荷重に対応するひずみは ε_1 であり、ひずみゲージSG2、SG4、SG6、SG8が添着された固定基部26寄り（外側）部位に生ずる印加荷重に対応するひずみは、 ε_2 となる。このようにして生じるひずみ $\varepsilon_1 \sim \varepsilon_4$ は、等価的にみると、第14図に示すように、荷重Wに対応したひずみ ε_1 および ε_2 に、上述の曲げモーメントM、M'に基づくひずみ ε_3 および ε_4 が、 $(\varepsilon_1 + \varepsilon_3)$ および $(\varepsilon_2 + \varepsilon_4)$ のように誤差成分として付加されてしまうことになる。

また、曲げモーメントM、M'に基づく起歪部27のひずみ量は、荷重印加部25への印加荷重の大きさには比例したものとはならない。このため、荷重-ひずみ特性としては、印加荷重を次第に定格荷重まで増加させた場合の出力の直線性が悪化する。また、反対に印加荷重を定格荷重から次第に減少させた場合の特性とが一致せず、いわゆるヒステリシス特性が悪化する。

即ち、第5図に示すように、荷重を増加していった場合の出力の直線（ゼロ荷重の出力点と定格荷重負荷時の出力点とを結んだ直線）よりの偏差値は、特性線図Q10から分るように、各荷重値において割合に大きい値であり、しかも荷重を減少していった場合の偏差値は、破線で示す特性線図Q20から分るように、大きな値になり、これらが荷重測定の誤差要因となる。

(c) 目的

本発明は、上述した事情に鑑みなされたもので、その目的とするところは、簡素な構成で安価に製作できると共に荷重印加部および固定基部の剛性を十分に大きくせずとも、またロードセルの設置面や荷重印加面のロードセルへの当り状態が多少悪くても、印加荷重に正確に対応した検出力を得ることができる薄形ロードセルを提供することにある。

(d) 構成

上記の目的を達成させるため特許請求の範囲第1項記載の発明は、外形が厚肉円板状を呈し中心部に円形孔が穿設され荷重が印加されると弾性変形する起歪部の起歪部にひずみゲージが添着され、このひずみゲージにより印加荷重を電気信号に変換して検出する薄形ロードセルにおいて、前記円形孔と前記起歪部の外周との間に、前記起歪体の一面側より他面側に向けて一定幅の環状の凹溝を形成すると共に前記起歪体の他面側より所定の深さに達する環状の凹溝を形成することによって、前記起歪体の前記円形孔と前記両溝との間に荷重印加部を、前記両溝と前記起歪体の外周との間に固定基部を、前記一面側の溝の底面と前記他面側の溝の底面との間に薄肉の起歪部をそれぞれ設け、前記起歪部の他面側の前記荷重印加部寄り部位および前記固定基部寄り部位にそれぞれひずみゲージを添着してなり、前記ひずみゲージが添着された前記荷重印加部寄り部位の前記起歪部の荷重印加方向の厚みを、前記ひずみゲージが添着された前記固定基部寄り部位の前記起歪部の荷重印加方向の厚みより大きく形成して、前記ひずみゲージのそれぞれの添着部位における前記起歪部の断面部の断面係数が略等しくなるように構成したことを特徴とするものである。

また、特許請求の範囲第2項記載の発明は、外形が厚肉円板状を呈し中心部に円形孔が穿設され荷重が印加されると弾性変形する起歪部の起歪部にひずみゲージが添着され、このひずみゲージにより印加荷重を電気信号に変換して検出する薄形ロードセルにおいて、前記円形孔と前記起歪体の外周との間に、前記起歪体の一面側より他面側に向けて一定幅の管状の凹溝を形成すると共に前記起歪体の他面側より所定の深さに達する管状の凹溝を形成することによって、前記起歪体の前記円形孔と前記両溝との間に荷重印加部を、前記両溝と前記起歪体の外周との間に固定基部を、前記一面側の溝の底面と前記他面側の溝の底面との間に薄肉の起歪部をそれぞれ設け、前記起歪部の他面側の前記荷重印加部寄り部位および前記固定基部寄り部位にそれぞれひずみゲージを添着してなり、前記一面側の凹溝の溝幅を、前記他面側の凹溝の溝幅より狭く形成し且つ前記一面側の凹溝の中心を、前記他面側の凹溝の中心より外方側に偏位させることによって、前記ひずみゲージのそれぞれの添着部位における前記起歪部の断面部の断面係数が略等しくなるように構成したことを特徴とするものである。

また、特許請求の範囲第3項記載の発明は、外形が厚

肉円形状を呈し中心部に円形孔が穿設され荷重が印加されると弾性変形する起歪体の起歪部にひずみゲージが添着され、このひずみゲージにより印加荷重を電気信号に変換して検出する薄形ロードセルにおいて、前記円形孔と前記起歪部の外周との間に、前記起歪体の一面側より他面側に向けて一定幅の環状の凹溝を形成すると共に前記起歪体の他面側より所定の深さに達する環状の凹溝を形成することによって、前記起歪体の前記円形孔と前記両溝との間に荷重印加部を、前記両溝と前記起歪体の外周との間に固定基部を、前記一面側の溝の底面と前記他面側の溝の底面との間に薄肉の起歪部をそれぞれ設け、前記起歪部の他面側の前記荷重印加部寄り部位および前記固定基部寄り部位にそれぞれひずみゲージを添着してなり、前記一面側の凹溝と前記他面側の凹溝の中心を一致させると共に前記一面側の凹溝の溝幅を前記他面側の凹溝の溝幅より狭くし且つ前記一面側の凹溝の内周側アール部の曲率半径を、外周側アール部の曲率半径より大きく形成することによって、前記ひずみゲージのそれぞれの添着部位における前記起歪部の断面部の断面係数を略等しくなるように構成したことを特徴とするものである。

また、特許請求の範囲第4項記載の発明は、外形が厚肉円板状を呈し中心部に円形孔が穿設され荷重が印加されると弾性変形する起歪体の起歪部にひずみゲージが添着され、このひずみゲージにより印加荷重を電気信号に変換して検出する薄形ロードセルにおいて、前記円形孔と前記起歪体の外周との間に、前記起歪体の一面側より他面側に向けて一定幅の環状の凹溝を形成すると共に前記起歪体の他面側より一面側に向けて前記一面側の凹溝の溝幅よりも広く且つ所定の深さに達する環状の凹溝を前記一面側の凹溝の中心と一致させて形成することによって、前記起歪体の前記円形孔と前記両溝との間に荷重印加部を、前記両溝と前記起歪体の外周との間に固定基部を、前記一面側の溝の底面と前記他面側の溝の底面との間に薄肉の起歪部をそれぞれ設け、前記起歪部の他面側の前記荷重印加部寄り部位および前記固定基部寄り部位であって前記起歪部の断面部の断面係数が略等しい部位にそれぞれひずみゲージを添着してなることを特徴とするものである。

以下、本発明について添付図面を用いて詳細に説明する。

本発明の実施例を説明するに先立ち本発明の概要を説明する。

本発明は、基本的な構成としては、第9図、第10図について上述した先願考案に係る薄形ロードセルと同様であり、第12図～第14図について上述した先願考案の欠点を改善した点に特徴を有する。

先ず、本発明者等は、第12図について説明した曲げモーメント M, M' に基づくひずみ $\varepsilon_3, \varepsilon_4$ の値を等しくすれば、該曲げモーメント M, M' に基づく誤差成分を除去

し得る点に着目したのである。

即ち、曲げモーメント M, M' に基づくひずみ $\varepsilon_3, \varepsilon_4$ は、

(曲げモーメント M, M') ÷ (ひずみゲージの各添着部位の断面係数 Z) の値に比例するので、上記ひずみ ε_3 および ε_4 のそれぞれの値を等しくしてホイートストンブリッジ回路で相殺させるには、ひずみゲージSG1, SG3, SG5, SG7およびひずみゲージSG2, SG4, SG6, SG8が添着された部位における断面係数 (Z) を等しくすればよい。

ところが、起歪部27の内側(荷重印加部25寄り)のひずみゲージ添着部位は、外側(固定基部26寄り)のひずみゲージ添着部位に比べ、起歪部21の中心からの距離(半径)が小さいため、円周断面積が小さくなり、従って断面係数は、内側のひずみゲージ添着部位の方が小さい。

そこで、以下に、起歪部27上におけるひずみゲージ添着部位の断面係数を等しくするための実施例について説明する。

第2図は、本発明の第1実施例に係る薄形ロードセルの要部を拡大して示す縦断面図である。

この第1実施例は、原理的な構成を示すもので、起歪部30の上方の凹溝31と下方の凹溝32の溝幅を等しくし、起歪部30の内側のひずみゲージSG5(以下、内側のひずみゲージSG1, SG3, SG7についても同様であるため、SG5を代表として説明してその説明を省略する)の添着部位の厚み t_1 を、外側のひずみゲージSG6(以下、外側のひずみゲージSG2, SG4, SG8についても同様であるため、SG6を代表として説明してその説明を省略する)の添着部位の厚み t_2 より厚くすることによって断面係数を等しくし、内側および外側のひずみゲージSG5およびSG6に生じる。第12図に示す曲げモーメント M, M' に基づくひずみ量を等しくするようにしたものである。

この第1実施例(第2図)における起歪部30の内側のひずみゲージSG5の添着部位の厚さ t_1 と、外側のひずみゲージSG6の添着部位の厚さ t_2 の決め方の一例を、次に説明する。

ここで、ひずみゲージSG5およびSG6の添着部位(以下「両部位」という)における曲げモーメント M および M' に基づくひずみ量を ε_3 および ε_4 とし、両部位における断面係数を Z_1 および Z_2 とし、両部位における半径を R_1 および R_2 、縦断係数を E とすると、

両部位におけるひずみ量 ε_3 および ε_4 は、次のように表わすことができる。

$$\varepsilon_3 = M/E \cdot Z_1, \varepsilon_4 = M'/E \cdot Z_2$$

作用と反作用の関係からモーメント M, M' は釣合うことになるから、 $M = M'$ となる。

曲げモーメント M および M' に基づくひずみ量 ε_3 および ε_4 を等しくすれば、曲げモーメント M および M' によって起歪部30に付加されるひずみ量 ε_3 および ε_4 はホイートストンブリッジによってキャンセルすること

11

ができる。

即ち、 $\varepsilon_3 = \varepsilon_4$ ということは、両部位における断面係数 Z_1 と Z_2 を等しくすればよいことを意味する。

両部位は、それぞれ厚さ t_1 および t_2 の半径 R_1 および R_2 の円板状のものであるから、両部位の断面係数 Z_1 と Z_2 は、次式で表わされる。

$$Z_1 = 2 \pi R_1 t_1^2 / 6, Z_2 = 2 \pi R_2 t_2^2 / 6$$

$$2 \pi R_1 t_1^2 / 6 = 2 \pi R_2 t_2^2 / 6$$

従って、両部位の厚さ t_1 と t_2 との関係は、次式より求めることができる。

$$t_1 = \sqrt{(R_2 / R_1)} \cdot t_2$$

第 1 図は、本発明の第 2 実施例に係る薄形ロードセルの要部を拡大して示す縦断面図である。

この第 2 実施例は、上方から所定の深さに達する凹溝 34 の溝幅を、下方から所定の深さに達する凹溝 35 の溝幅より小さく形成し、しかも上方の凹溝 34 の中心 P_1 を、下方の凹溝 35 の中心 P_0 より外方側（固定基部 26 側）に偏位させることによって、内側と外側のひずみゲージ SG5 と SG6 のそれぞれの添着部位における断面係数を略等しくなるように構成したものである。この第 2 実施例のものは、第 1 実施例のものが基本的（あるいは原理的）であるのに対し、実用的なものといえる。

第 3 図は、本発明の第 3 実施例に係る薄形ロードセルの要部を拡大して示す縦断面図である。

この第 3 実施例では、起歪部 36 の上方の凹溝 37 と下方の凹溝 38 の中心を一致させると共に上方の凹溝 37 の溝幅を下方の凹溝 38 の溝幅より狭く形成した点で、第 9 図に示す先願考案と共通しているが、上方の凹溝 37 の内周側アール部の曲率半径 R_1 を、外周側アール部の曲率半径 R_2 より大きく形成してある点で相違している。このように上方の凹溝 37 の内周側アール部の曲率半径 R_1 を、二点鎖線で示す曲率半径 R' （第 9 図に示したものに相当する）より大きな値に設定したことにより、内側のひずみゲージ SG5 が添着された部位の起歪部 36 の厚さを実質的に増大させ、外側のひずみゲージ SG6 が添着された部位の断面係数と一致させることができるのである。

第 4 図は、本発明の第 4 実施例に係る薄形ロードセルの要部を拡大して示す縦断面図である。

この第 4 実施例は、上方の凹溝 40 の溝幅を下方の凹溝 41 の溝幅より狭く且つ両凹溝 40、41 の中心を一致させて形成した点で第 9 図に示したものと共通するが、ひずみゲージ SG5、SG6 の添着位置に相違がある。即ち、内側および外側のひずみゲージ SG5 および SG6 の添着部位を、ともに内方（荷重印加部 25 寄り）に偏位させた点に特徴を有する。この第 4 実施例の場合、起歪部 39 の内方側（荷重印加部 25 側）における曲げモーメント成分と、外方側（固定基部 26 側）における曲げモーメント成分が同一となる部位で且つ起歪部 39 のひずみ量がさほど低下しない部位にひずみゲージ SG5、SG6 をそれぞれ添着してある。

12

換言すれば、内側および外側のひずみゲージ SG5 および SG6 は、断面係数が略等しい起歪部 39 の部位に添着されていることになる。

上述した第 1 ～ 第 4 実施例によれば、荷重印加部 25 および固定基部 26 の剛性が外形寸法上、あるいはコスト上の制約から軸方向寸法（高さ）および半径方向寸法（厚さ）を大きくすることができず、従って、剛性を充分大きく設定できず、その結果荷重印加部 25 および固定基部 26 の倒れによる曲げモーメントが起歪部 30（または 33、36、39 以下同様）に付加されたとしても、内側ひずみゲージ SG5 と外側ひずみゲージ SG6 に生ずる曲げモーメント M 、 M' に基づくひずみ ε_3 、 ε_4 は、略等しい値となるので、これをホイートストンブリッジによってキャンセルすることが可能であるから、結局、印加荷重のみに対応した検出出力を得ることができるのである。

また、上述したいずれの実施例においても、非直線性は良好であり、第 6 図に示すように、荷重印加部 25 への荷重を増加していった場合の出力の直線よりの偏差は、特性線図 Q_{30} から分るように、第 5 図に示す特性曲線 Q_{10} よりも全荷重範囲に亘って小さい。また、荷重を減少していった場合の偏差も、破線で示す特性線図 Q_{40} から分るように、第 5 図に示す特性線図 Q_{20} よりも大幅に減少しており、特性線図 Q_{30} と殆んど同程度小さい。このことは、上記各実施例のものは、極めて出力の直線性、ヒステリシス特性が良好であることを示すものであり、測定精度を著しく向上させ得ることを意味する。

また、上記各実施例のものは、曲げモーメント M 、 M' による誤差成分を除去することができるものであるから、ロードセルの固定基部 26 および荷重印加部 25 の被測定対象物に対する設置状態、あるいは当接状態が多少悪くても、そのことによる誤差成分が測定値に付加される虞は極めて少なく、極めて安定度が高いものとなる。

また、上述したように構成は頗る簡素であり、機械加工も容易であるから、製造コストも安価ですむという利点がある。

さらにまた、ひずみゲージ SG が添着された凹溝 32（35、38、41）は、下端が開口しているだけであるので、この部分だけをシーリング部材で閉塞すればよいから、シーリングに要するコストも低廉ですみ、シーリング効果も良好となる。

尚、本発明は、上述し且つ実施例に示されたものに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の変形実施が可能である。

例えば、上記各実施例のロードセルにおいては、荷重印加部 25 の上面側を固定基部 26 の上面側より突出せしめてあるが、被測定対象物のロードセル取付面が、荷重印加部 25 の直径 D_2 と同程度であれば、上記突出量はゼロあるいはマイナスであってもよい。

また、当然のこと乍ら、ひずみゲージ添着枚数は、適宜増減することができる。

13

(e) 効果

以上詳述したように本発明によれば、荷重印加部および固定基部の剛性が外形寸法上あるいはコスト上の制約から軸方向寸法（荷重印加方法）および半径方向寸法を大きくすることができず、従って、剛性を充分大きく設定することができず、その結果、荷重印加部および固定基部の倒れによる曲げモーメントが起歪部に付加されたとしても、独自の構成をもってひずみゲージが添着される起歪部の他面側の荷重印加部寄り部位の断面係数と固定基部寄り部位の断面係数とを略等しくなるように構成したから、荷重印加部寄り部位と固定基部寄り部位に添着されたひずみゲージに生ずる上記曲げモーメントに基づくひずみは、略等しい値となるので、これをホイートストンブリッジによってキャンセルすることが可能であるから、印加荷重のみに対応した検出出力を得ることができる。

そして、本発明によれば、簡素な構成で安価に制作できると共に、ロードセルの設置面や荷重印加面のロードセルへの当り状態が多少悪くても荷重印加部に印加される荷重を、上述のようにして正確に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

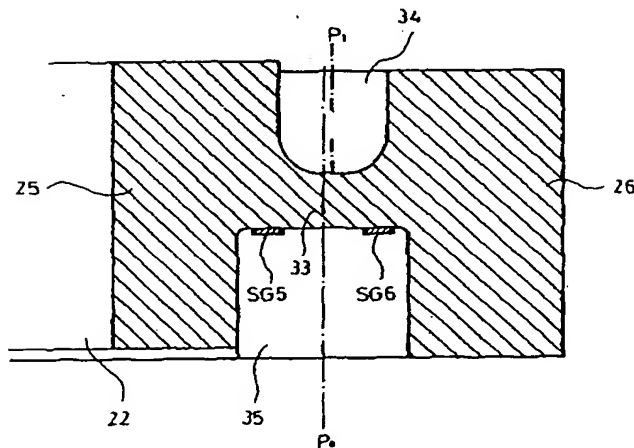
第1図は、本発明の第2実施例に係る薄形ロードセルの

14

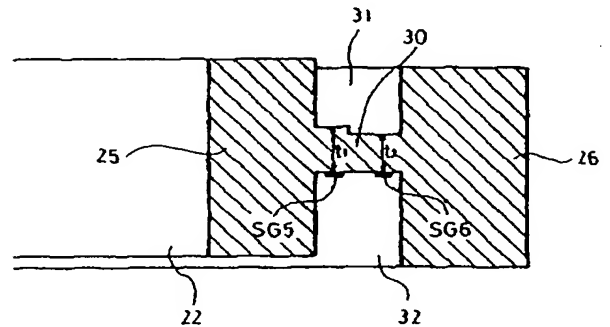
要部を拡大して示す縦断面図、第2図は、本発明の第1実施例に係る薄形ロードセルの要部を拡大して示す縦断面図、第3図および第4図は、本発明の第3および第4実施例に係る薄形ロードセルの要部をそれぞれ拡大して示す縦断面図、第5図および第6図は、先願考案に係るロードセルおよび本発明に係るロードセルのそれぞれ出力特性線図、第7図は、従来の円筒形ロードセルの一例を示す縦断面図、第8図は、従来の円板形のロードセルの一例を示す縦断面図、第9図は、先願考案に係る薄形ロードセルの構成を示す縦断面図、第10図は、第9図のX-X線矢視方向断面図、第11図および第12図は、先願考案の問題点を説明するためのそれぞれ模式的断面図、第13図は、第11図と第12図に示すロードセルの起歪部に生ずるひずみの分布を示す線図、第14図は、同じく先願考案の問題点を説明するための回路図である。

21……起歪体、22……円形孔、
23, 24……溝、25……荷重印加部、
26……固定基部、27……起歪部、
28……シール板、
30, 33, 36, 39……起歪部、
31, 34, 37, 40……上方の凹溝、
32, 35, 38, 41……下方の凹溝、
SG1～SG8……ひずみゲージ。

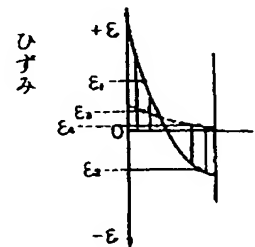
【第1図】



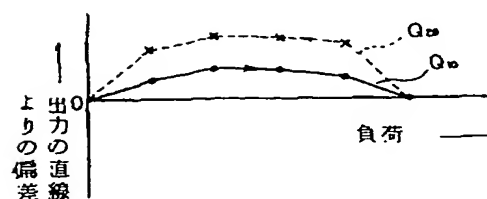
【第2図】



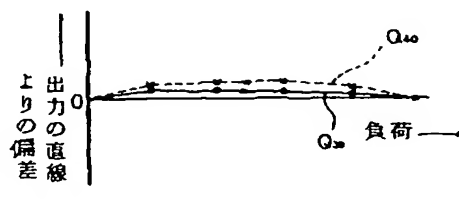
【第13図】



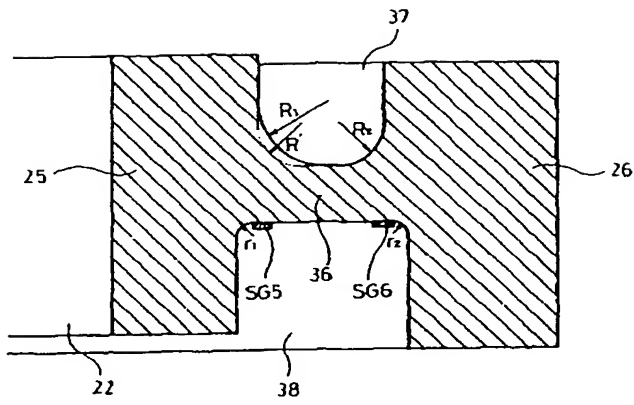
【第5図】



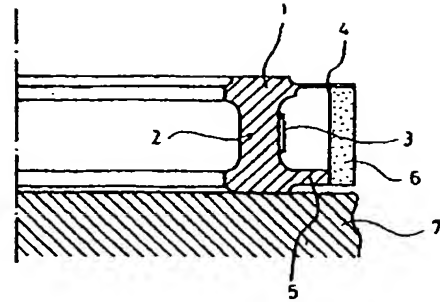
【第6図】



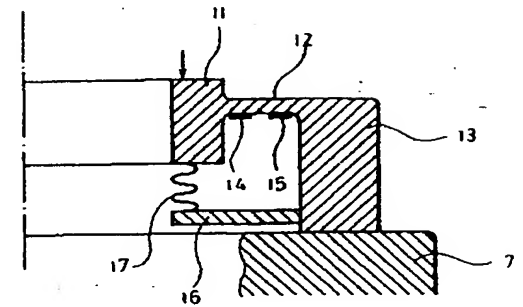
【第3図】



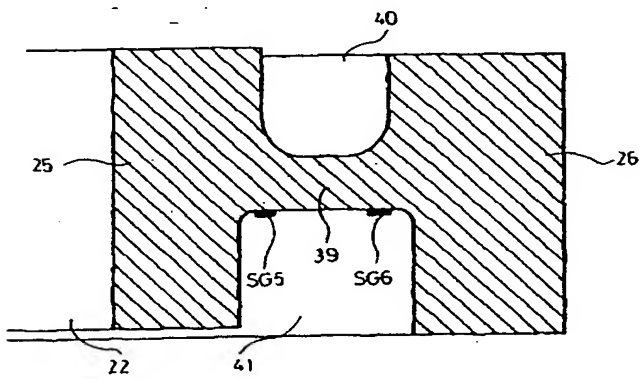
【第7図】



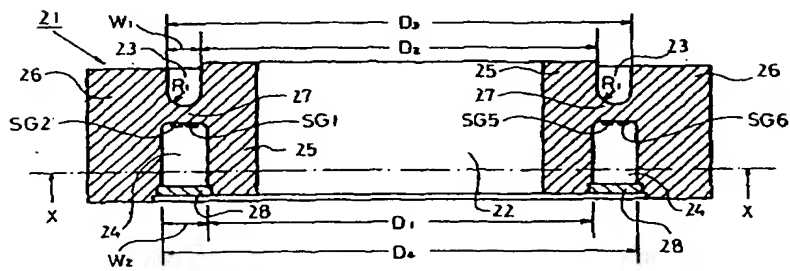
【第8図】



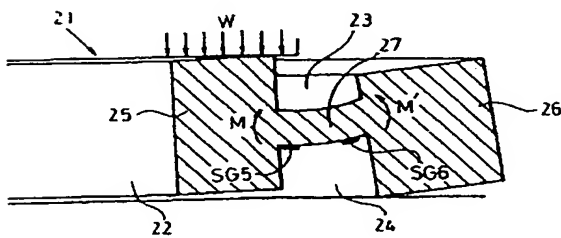
【第4図】



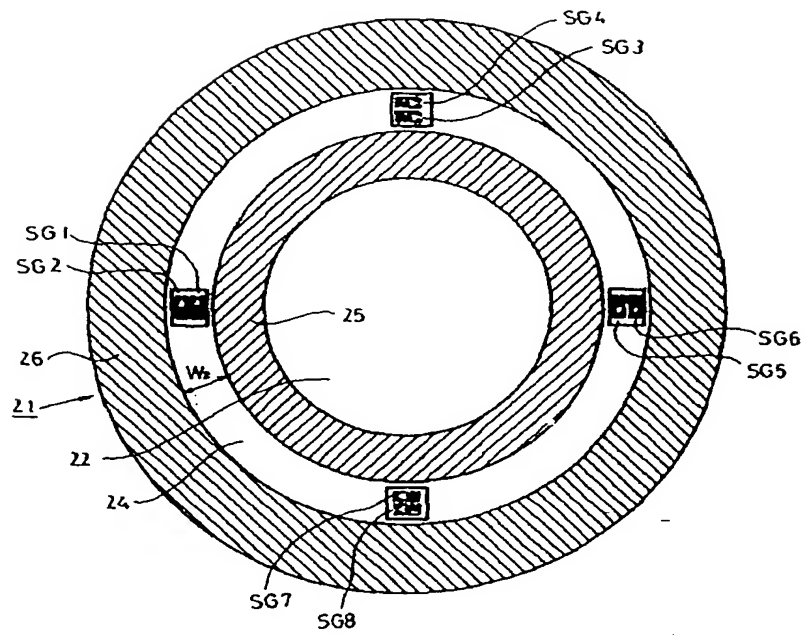
【第9図】



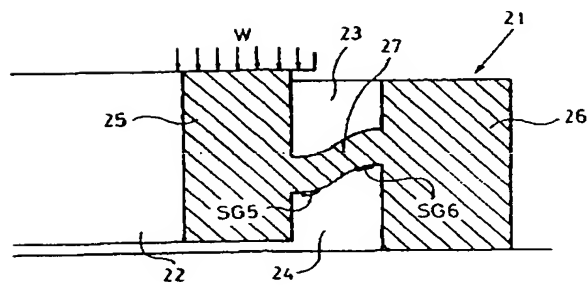
【第12図】



【第10図】



【第11図】



【第 1 4 図】

